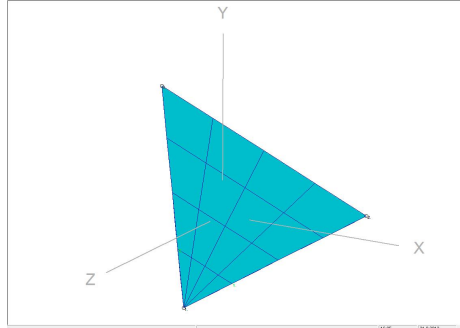


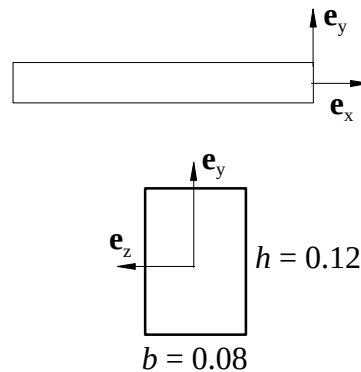
EDE-21100 Elementtimenetelmän perusteet. Harjoitus 2 Syksy 2013.

1. Avaruuden kolme pistettä $(0, -40, 40)^T$, $(70, 0, -40)^T$, $(-40, 70, 0)^T$ määrittelevät kolmion. a) Määritä sen pinta-ala. b) Onko piste $(5, 5, 5)^T$ pinnan ylä- vai alapuolella kun pinnan yläpuoli näkyy kuvassa



2. Kuormitettu palkki on kuviteltu jaetuksi kahteen osaan siten, että vasemmanpuoleisen osan (kuva) leikkauspinnan jännitysvektori palkin määrittämässä koordinaatistossa on

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} 2 + 12 \frac{y}{h} \\ 3 - 12 \left(\frac{y}{h} \right)^2 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ MPa}$$



Laske leikkauksen normaalivoima N , leikkausvoima Q_y ja taivutusmomentti M_{tz} .

3. Jännityskomponentit voidaan lausua

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} [(1-\nu)\epsilon_x + \nu(\epsilon_y + \epsilon_z)] & \tau_{xy} &= G\gamma_{xy} \\ \sigma_y &= \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} [(1-\nu)\epsilon_y + \nu(\epsilon_x + \epsilon_z)] & \tau_{xz} &= G\gamma_{xz} \\ \sigma_z &= \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} [(1-\nu)\epsilon_z + \nu(\epsilon_x + \epsilon_y)] & \tau_{yz} &= G\gamma_{yz} \end{aligned}$$

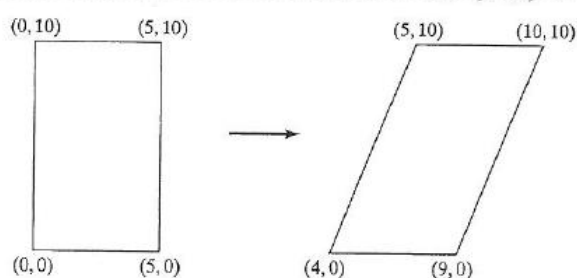
$$\epsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)]$$

$$G = E/[2(1+\nu)]$$

Johda edellä olevista lausekkeista yhteys

$$\begin{pmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{pmatrix} = \mathbf{D} \begin{pmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{pmatrix} \text{ jos oletetaan, että } \sigma_z = 0, \tau_{yz} = 0, \tau_{xz} = 0$$

- 1.4. Develop a deformation field $u(x, y)$, $v(x, y)$ that describes the deformation of the finite element shown. From this determine ϵ_x , ϵ_y , γ_{xy} . Interpret your answer.



$$\begin{aligned} \epsilon_x &= u_{,x} \\ \epsilon_y &= v_{,y} \\ \gamma_{xy} &= u_{,y} + v_{,x} \end{aligned}$$

FIGURE P1.4